

AD8370 是美国 AD 公司推出的一种低成本、数字控制的可变增益放大器，它具有高 IP3 和低噪声系数以及优良的失真性能和较宽的带宽，可以广泛应用于差分 ADC 驱动器、IF 采样接收器、射频 / 中频放大中间级、SAW 滤波器接口、单端差动转换器中。文章介绍了 AD8370 的基本原理及应用设计方法。

关键词：AD8370；数字控制；可变增益；放大器

1 概述

AD8370 是美国 AD (ANALOG DEVICES INC) 公司推出的一种低成本、数字控制的可变增益放大器，它具有高 IP3 和低噪声系数。由于其具有优良的失真性能和较宽的带宽，所以特别适合作为现代接收器设计中的增益控制器件应用。图 1 是 AD8370 的原理框图。

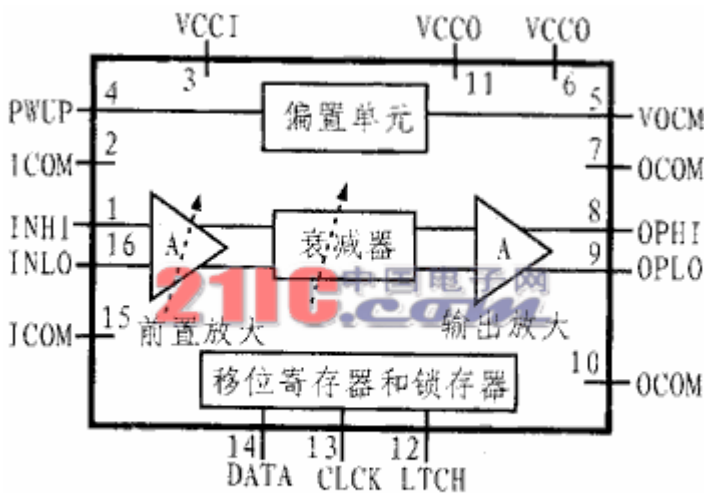


图 1 AD8370 的原理框图

在宽输入动态范围应用中，AD8370 可提供两种输入范围，分别对应于高增益模式和低增益模式。它内部的一个 7 位衰减器在提供 28 dB 的衰减范围时，分辨率高于 2 dB，而在 22 dB 的衰减范围时，分辨率高于 1 dB。AD8370 的输入增益选择范围为 17 dB，可输出低失真的高电平。

AD8370 可通过在 PWUP 引脚上输入合适的逻辑电平来上电或者断电。当关闭电源时，AD8370 的消耗电流小于 5 mA，并可提供优良的输入输出隔离。AD8370 采用 ADI 高速 XFCB 方法，因而可在宽带情况下提供高频率和低失真特性，其典型静态电流为 78 mA。

AD8370 可变增益放大采用的是密集的 16 脚 TSSOP 封装，工作温度范围为 -40℃ ~ +85℃。其主要特点如下：

- 差动输入为 200 Ω；
- 差动输出为 100 Ω；
- 噪声系数为 7 dB（最大增益时）；

- 频带宽度可从低频到 700 MHz (−3 dB)；

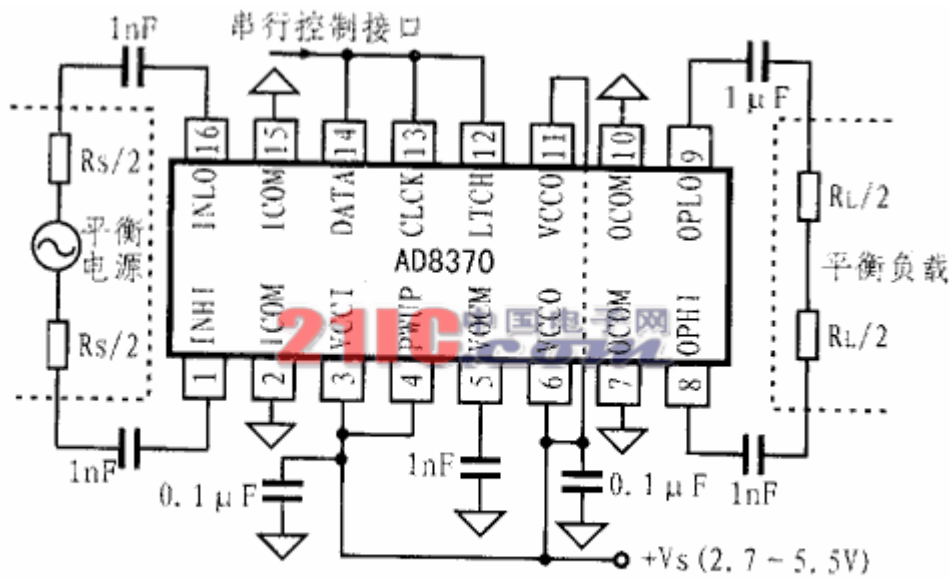


图 2 AD8370 的基本接线图

- 具有 40 dB 的精确增益范围；
- 带有串行 7 位接口；
- 可通过管脚编程低、高增益，其中低增益范围为 −11 ~ 17 dB，高增益范围为 +6 ~ 34 dB；
- 输入动态范围很宽；
- 单电源可低至 3 V。

AD8370 可应用于差动 ADC 驱动器、IF 采样接收器、射频 / 中频放大中间级、SAW 滤波器接口以及单端差动转换等领域。

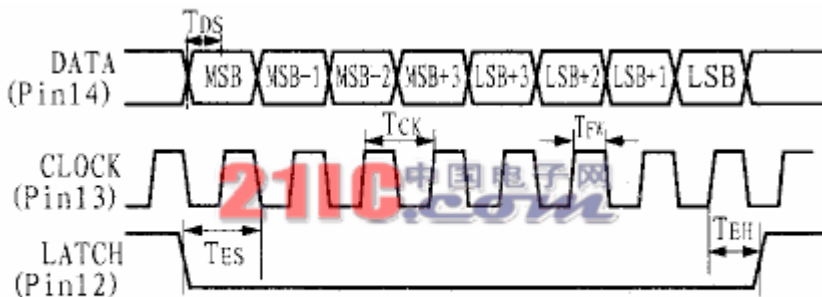


图 3 AD8370 的数字控制接口时序

2 应用设计

2.1 电路的基本连接方法

图 2 是 AD8370 的基本接线图。其中，供电电压范围为 2.7 V ~ 5.5 V，但应注意，为管脚 VCCO 和 VCCI 供电时应使用一个 0.1 μF 低感应系数的表面贴陶瓷电容构成的电源退耦电路，而且退耦电容应该尽可能地靠近 AD8370。实际上，更有效的退耦方法是给供电电源并联一个 100 pF 电容和一个磁珠。

AD8370 主要是针对差动信号电路应用而设计的。由于差动信号设计能改善正常状态的谐波抑制，同时可以提高共模抑制能力，因此，必须使该器件的驱动和负载处于平衡状态，这就要求每个输入或者输出管脚的共模电阻值要平衡。如果使用非平衡电源供电，就会降低该器件的共模抑制比；而如果使用非平衡负载，则会增加谐波失真。总之，即使 AD8370 在不平衡状态下工作，仍具有比较良好的工作性能，但最优化设计还是尽可能将其处于平衡工作状

态。

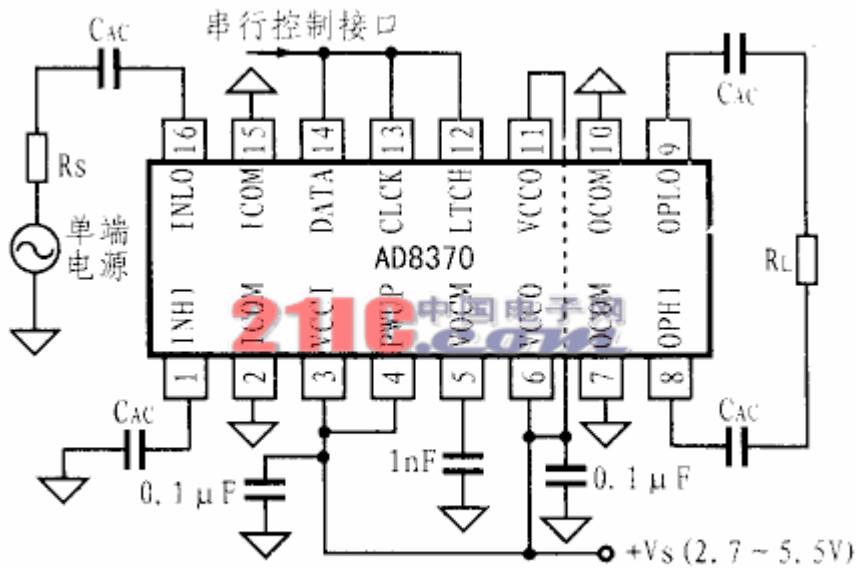


图 4 单端差动转换电路图

AD8370 是一个性能优良的可变增益放大器，其增益控制传输功能对电压增益呈线性关系。在低增益端，增益斜率较陡，提供的增益控制功能也较粗；而在高增益端，由于 dB 采用阶梯式减小方式，因此可提供精确的增益调节能力。线性电压增益可以由下式给出：

$$A_v = \text{增益码} \times \text{系数} \times (1 + (\text{前级放大器增益} - 1) \times \text{最高有效位})$$

其中， A_v 是线性增益，增益码指的是数字增益控制字减去最高有效位后的值，系数值为 0.055744 V/V ，前级放大器增益为 7.079458 V/V ，最高有效位指的是八位控制字的最高位。

例子：

HG45 (or 10101101 binary) results in a theoretical linear voltage gain of 17.76 V/V , 计算公式为

$$17.76 = 45 \times 0.055744 \times (1 + (7.079458 - 1) \times 1)$$

2.2 数字接口

AD8370 的数字控制端口采用标准的 TTL 接口，当 L T C H 管脚保持低电平时，八位控制字以串行的方式写入，DATA 管脚的数据在 CLK 信号的每个上升沿读取，图 3 所示为数字控制接口时序，各个时间参数的典型最小值如表 1 所列。

表 1 串行编程时间参数

参 数	典 型 值	单 位
脉冲宽度 (TPW)	10	ns
脉冲时钟周期 (TCK)	20	ns
数据建立时间 (TDS)	2	ns
数据使能建立时间 (TES)	2	ns
数据使能保持时间 (TEH)	2	ns

2.3 单端差动转换

AD8370 主要用于差动信号接口，但实际上，也可以用来作为单端差动转换，方法简单易行。只要把没用到的输入管脚通过一个电容对地短接即可。图 4 所示是一种单端差动转换电路的连接图。当使用单电源供电时，即使差动平衡条件不成立，其失真性能和增益精度还是能满足绝大多数应用的要求。

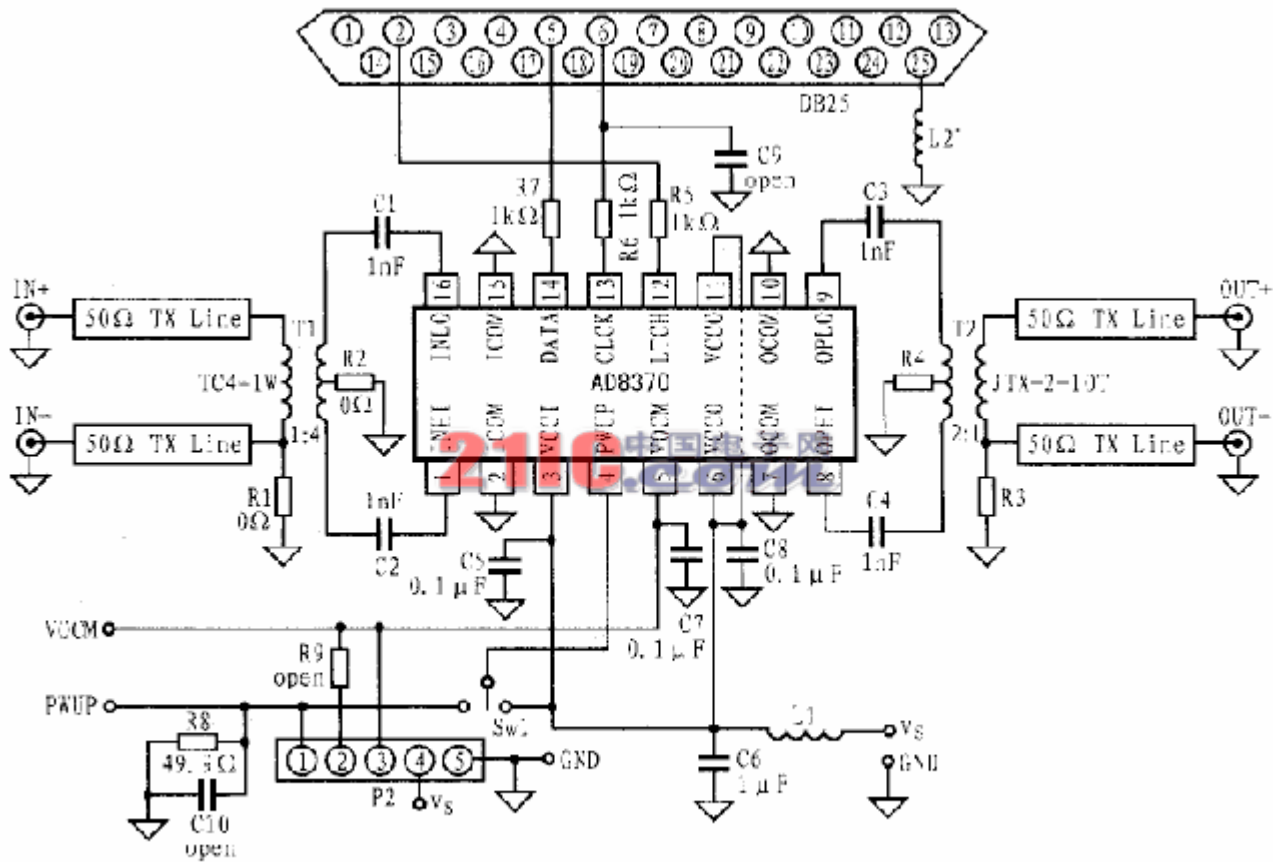


图 5 AD8370 的评估板电路原理图

3 AD8370 的评估板

利用 AD8370 的评估板可通过标准的 50Ω 测试装置来对其作快速测试，其电路原理如图 5 所示。图中，变压器 T1 和 T2 用于将 50Ω 源阻抗和负载阻抗转换成所要求的输入和输出电平。与该评估板相配套使用的是评估板软件，该软件的主要功能是从计算机给出串行增益控制信号。该评估板通过一条电缆与计算机的并口相连，使用时只要在控制软件中适当地调节滚动条就可以自动地实现 AD8370 的更新设置。

4 小结

AD8370 是美国 AD 公司推出的一种低成本、数字控制可变增益放大器，本文主要介绍了它的基本原理、电路连接、数字接口、单端差动转换及其评估板的使用方法。由于 AD8370 具有良好的工作性能，因而在通信、视频传输等领域将得到广泛应用。